

MORFOLÓGIAI VIZSGÁLATOK IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSSAL KEZELT LEN-NÖVÉNYEK HARMADIK ÉVI SZÁRMAZÉKÁN

Íta: WELLESZ TERÉZ

I. Bevezetés

Az ionizáló sugárzások, mint ahogy nevükből is kitűnik, a velük érintkezésbe kerülő semleges molekulákat pozitív és negatív töltésű ionokká alakítják, amelyek azután (ha élő sejtek molekulájáról van szó) bonyolult biokémiai és morfológiai elváltozások kiindulópontjaivá lesznek. Hogy ezek a változások pontosan milyen úton mennek végbe, arra nézve többféle elképzelés van. Egyik az ún. találat elmélet. Eszerint az ionizáló sugárzások korpuszkuláris természete megengedi, hogy a biológiai objektumok besugárzását úgy képzeljük el, mintha a besugárzás lövedékek záporozása volna. Ilyen alapon hatás akkor jön létre, ha az objektumot, illetve annak sugárérzékeny részét egy sugárkvantumtalálat éri.

Másik nézet (a víz aktiválási elmélet) szerint a vízben mint oldószerben keletkeznek ionok. Ezek a vízben kémiai igen aktív gyökök keletkezéséhez vezetnek, amelyek kémiai reakcióra lépve az oldott vegyület molekuláival, ez utóbbiak megváltozását okozzák.

Az egyes sejtek elváltozása, sugárkárosodása a különféle szövetek, sőt szervek felépítésében megmutatkozó jellegzetes változásokká összegeződnek, bár itt az egyes sejtek károsodásának összegeződésén kívül több történik, a szövet, a szerv, a szervezet egészének reakciója mutatkozik. Az ionizáló sugárzások által előidéztet egyes elváltozások nem specifikusak. Nincs olyan elváltozás, amely kizárólag besugárzás esetén jöhet létre. Az összes, eddigi kutatások során megfigyelt eltérés más fizikai vagy kémiai károsító tényezők hatására is fellephet. De az egyes elváltozások bizonyos együttese, együtt előfordulása mégis jellegzetesnek mondható [3].

Az ionizáló sugárzások hatásaként megjelenő változások jellege és mértéke számos tényezőtől függ. Ezek a tényezők részben a sugárzás minőségével, részben a növény természetével vannak kapcsolatban. A sugárzás alatti oxigén tenzió nagy mértékben befolyásolhatja a megváltozás irányát. THODAY és READ (1947) megállapította, hogy *Vicia faba* gyökércsúcsaiban a sugárzás okozta mitózis-gátlást a besugárzás alatti oxigénhiány csökkenti.

A sugárzás hullámhossza is befolyásolja a létrejövő elváltozást, amennyiben a különböző hullámhosszúságú sugárzás különböző ionizációs sűrűséget eredményez, ennek megfelelően az egyes szöveti elemek eltérő energiamennyiségeket adszorbeálnak. Nagyobb ionizációs sűrűség esetén nagyobb lesz a szöveti károsodás, mégha r. egységben kifejezve azonos dózisokról van is szó.

A különböző szövetfélések nem egyformán reagálnak ugyanarra a besugárzásra. Nem egyforma az érzékenyséjük. CORNIL és STAHL 1951-ben végzett vizsgálatai szerint a sugárérzékenység kialakításában fontos szerepet játszik a sejtek nukleinsavtartalma. Kimutatták, hogy a szövetek sugárérzékenysége a dezoxiribonukleinsav — ribonukleinsav aránnyal párhuzamosan emelkedik. Más kutatók is megállapították, hogy a dezoxiribonukleinsav anyagcseréjévé egyike a legkorábbi és legfontosabb sugárhatásoknak. Ügyszintén bizonyított tény, hogy besugárzás után a különböző sejtek, szövetek nukleinsav tartalma csökken.

A nukleinsav és nukleoproteidek, elsősorban a dezoxiribonukleoproteidek sugárreakciói különösen nagy jelentőségűek, mert ezek a makromolekulák döntő szerepet játszanak a fehérjeszintézis irányításában, a biológiai információk átvitelében, tehát az átöröklődésben is. Ezt bizonyítja a baktérium kísérletes transzformációja, vagyis az a tény, hogy bizonyos baktérium

típusból előállított tiszta DNS készítménnyel a baktérium tulajdonságai átvihetők ugyanazon faj más típusába.

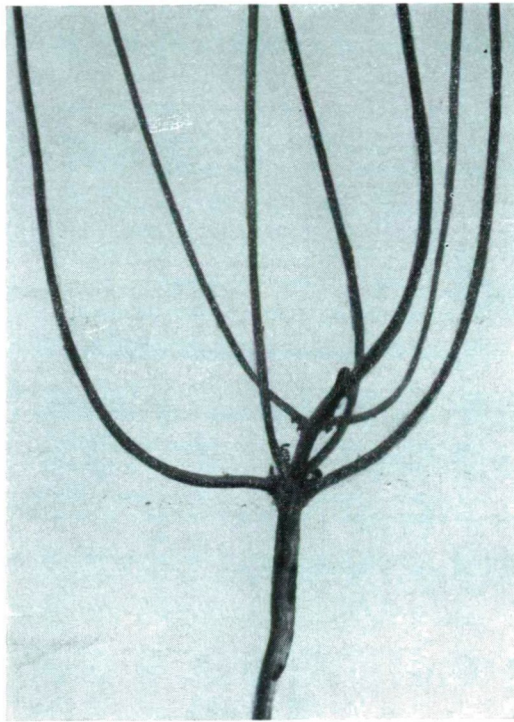
A sugárhatás szempontjából nem közömbös az sem, hogy a sejt a mitotikus ciklus melyik periódusában van a besugárzás ideje alatt. Erre vonatkozóan nem egészen egységesek a vélemények. FRITZ—NIGGLI 1960-ban folytatott megfigyelései szerint a sejt sugárérzékenysége a középső vagy késői profázisban a legnagyobb fokú. Ha egyszer a mitózis ezen a fokon túljutott, be is fejeződik. Ennél modernebb vizsgálatok azt mutatják, hogy a sejt sugárérzékenysége nem a mitózis alatt, hanem az interfázis végén a legnagyobb.

Az osztódásban levő sejt sugársérülése esetén különböző chromosoma elváltozások jöhetnek létre. A chromosomák összetapadnak, összecsomózódnak a sugárzás hatására. Amikor az ilyen chromosomák az anafázisban megkísérlik a szétválást, chromosoma hidak jöhetnek létre, s e hidaknak a szétszakadása alkalmával a chromosomák széttöredezésére kerülhet sor. A töredékek hajlamosak más töredékekkel való egyesülésre, két chromosoma törése után a különböző chromosomákhoz tartozó töredékek úgy egyesülhetnek egymással, hogy egyes chromosoma darabok kicserélődnek. Ezek már chromosoma aberrációk, amelyek az öröklődést nagymértékben befolyásolhatják [2].

Előző dolgozataimban [5, 6] már beszámoltam azokról a hisztológiai elérésekről, amelyeket az általam alkalmazott Co 60 izotóp-sugárzás idézett elő. Eddigi eredményeim azt igazolják, hogy a Co-sugárzás igen mélyreható elváltozásokat hozott létre a sejtekben és szövetekben, valamint azt, hogy ezek a változások az utódoknak is átadódnak. Mostani vizsgálataimat a sugárzással kezelt len növények harmad évi származékain végeztem. Megfigyeléseim kiter-



1. ábra. Oldalágak a főtengelyen az elágazások zónája alatt



2. ábra. Fő- és oldaltengelyek a kontrollnövénynél

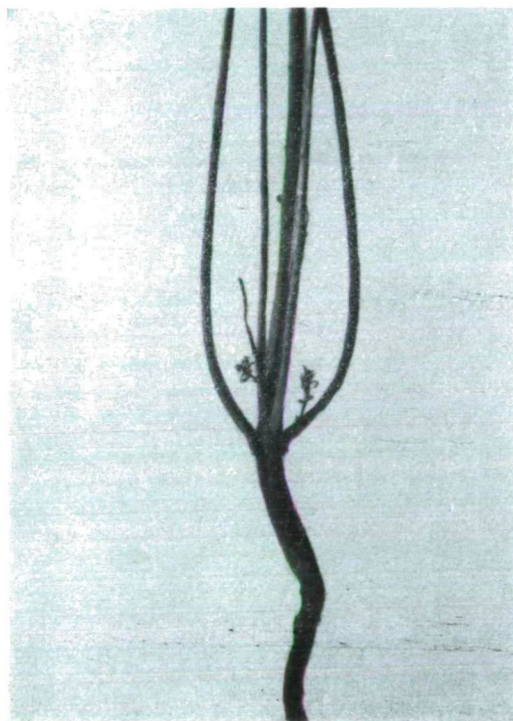
jedtek a szárok hosszúsági viszonyaira, a móduszok sűrűségére, mind a besugárzott növények utódainál, mind pedig a kontrollnál, ezenkívül összehasonlításokat végeztem a fő- és oldaltengelyek alakulási viszonyai, valamint az egyes elágazások megjelenése szempontjából. A továbbiakban méréseket eszközöltem az első-másod-harmadrendű elágazásokon a termések megjelenése, eloszlása tekintetében [4]. Az eredményeket a kapott adatokból a valószínűség-számítás alapján, a standard deviációs koefficiens, a különbségek szignifikáns voltának figyelembevételével értékelem [1].

II. Vizsgálataim eredményei

A kísérleteimben felhasznált objektum a Szegedi Alfa olajlen. A kontroll növény fő- és oldaltengelyein számos elágazás figyelhető meg. Oldaltengelynek nevezem azokat az elsőrendű elágazásokat, amelyek a fő- és oldaltengelyen kisebb-nagyobb számban jelennek meg. A fő- és oldaltengelyen azután első, másod, stb. rendű elágazásokat különböztetünk meg. A fő- és oldaltengely-elágazások a tengelyképlet felétől, gyakrabban harmadától jelennek meg, laza, sátor-szerű elágazási rendszert formálva, végeiken termések fejlődnek [5]. Az elsőrendű elágazásokból további másod- és harmadrendű elágazások erednek, szintén sátor-t alkotva, s ezek ugyancsak termésekben végződnek.

Általában az elsőrendű elágazások a leghosszabbak, a másodrendűek ennél rövidebbek, a harmadrendűek a legrövidebbek. Az elágazások zónájában a szár nódusai ritkábban állnak, mint a szár többi részén. Az elágazások zónája alatt a szár közepe táján is találunk oldalágakat, ezek kis számban egymástól többkevesebb nódusz távolságra fordulnak elő. Jellemző rájuk, hogy általában rövidebbek és vékonyabbak, mint a szár felső részén található szabályos elágazások (1. ábra).

Az olajlen tulajdonságaihoz tartozik, hogy az elágazások igen nagy számban jelennek meg a száron. Az első elágazások közvetlenül a talajfelszín magasságából indulnak ki, és a főtengeleyel párhuzamosan futnak. Ezeket nevezem oldaltengelyeknek (2. ábra). Ezek is bizonyos magasságban tovább ágaznak, hasonlóan a főtengeleyhez. Az oldaltengelyek a kontroll növényeknél nagyobb számban vannak jelen, mint a kezelt növényeknél [6]. Ez utóbbi csoportnál gyakran nem is találunk oldaltengelyt, csak egyetlen elágazás van, az ún. főtengeley, ami a felső harmadában ágazik tovább első-másod-harmad, esetleg negyedrendű elágazásokká. A többi egyednél az oldaltengelyek száma átlagot tekintve: 3, 6. Ezzel szemben a kontroll csoport növényeinél ez a szám 4, 4. Ez azt mutatja, hogy a besugárzott növények utódainál a tengelyek száma csökkent, az elágazódási formák egyszerűsödtek (3. ábra).



3. ábra. Fő- és oldaltengelyek a kísérleti növénynél

A főtengely hosszúságára vonatkozó mérések eredményeit az 1. táblázat szemlélteti. Az adatok a normál elosztási görbét követik, ezért a standard deviáció a következő képlettel fejezhető ki: $s^2 = \frac{\Sigma(x - \bar{x})^2 + \Sigma(x' - \bar{x}')^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$

ahol

s = szóródás, x = az első oszlopban található egyes adatok, \bar{x} = az első oszlop számtani közép-arányosa, x' = a harmadik oszlopban található egyes adatok, \bar{x}' = a harmadik oszlop számtani közép-arányosa, n_1 = tagok száma az első oszlopban, n_2 = tagok száma a harmadik oszlopban.

Az $\Sigma(x - \bar{x})$ helyett a számolás megkönnyítése céljából az $\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}$ formulát használok. Az 1. táblázat adatait behelyettesítve:

$$\bar{x} = 431,8$$

$$\bar{x}' = 383,8$$

$$\frac{\Sigma(x)^2}{n} = 3729025$$

$$\frac{\Sigma(x')^2}{n} = 2946049$$

$$\Sigma(x - \bar{x})^2 = 158623$$

$$\Sigma(x' - \bar{x}')^2 = 177762$$

$$s^2 = \frac{177762 + 158623}{38} = 8852,2$$

1. táblázat

A főtengely hosszúsága mm-ben

Kontrollnövény	Kísérleti növény		
	x^2	x'	x'^2
469	219 961	365	133 225
478	228 484	210	44 100
328	107 584	367	134 689
458	209 764	296	87 616
455	207 025	278	77 284
463	214 369	540	291 600
412	169 744	284	80 656
444	297 136	552	304 704
447	199 809	365	133 225
438	191 844	415	172 225
493	243 049	388	150 544
405	164 025	532	283 024
280	78 400	298	88 804
422	178 084	343	117 649
525	275 625	363	131 796
440	193 600	400	160 000
391	152 881	383	146 689
462	213 444	562	315 844
442	195 364	364	132 496
384	147 456	371	137 641
$\Sigma x = 8\ 636$	$\Sigma x^2 = 3\ 887\ 648$	$\Sigma x' = 7\ 676$	$\Sigma x'^2 = 3\ 123\ 811$

Az s értékét a „t-próba” kiszámításánál használok fel

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{s} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = \frac{432 - 384}{8852,2} \cdot \sqrt{\frac{400}{40}} = 1,7005$$

A t értékből a megfelelő táblázat segítségével (interpolálással) megkapom a p értéket, amely annak a valószínűségét fejezi ki, hogy a kísérleteim során megfigyelt különbség az esetek hány százalékában tudható be véletlennek. Jelen esetben a kísérleti csoport adatainak átlaga és a kontroll átlaga közötti különbség 48 mm (százalékban kifejezve 11,4%) a p érték = 12%, tehát az esetek 12%-ában fordul elő véletlen folytán 48 mm-es (vagy ennél nagyobb) különbség a növények szárainak hosszúsága között. Az esetek fennmaradó 88%-ában tekinthető olyannak, melyet a kísérlet során végzett sugárkezelés idézett elő.

A főtengely mellett a legfejlettebb oldaltengelyek hosszúságát is összehasonlítottam. Ezeknek a mérési adatait a 2. táblázatban mutatom be. Az eredmény itt is hasonló az előbbihez. A kezelt növények adatai átlagukat tekintve itt is elmaradnak a kontroll növények mellett. A különbség = 66,5 mm (19,1%) a p érték az előbbi képlet alapján:

$$\bar{x} = 349,1$$

$$x' = 282,6$$

$$\frac{\Sigma(x)^2}{n} = 2437416,2$$

$$\frac{\Sigma(x')^2}{n} = 1597255,2$$

$$s^2 = \frac{105187 + 151019}{38} = 6742,2$$

$$t = \frac{349,1 - 282,6}{82,1} \cdot \sqrt{\frac{400}{40}} = 2,56$$

$$p = 1,55\%$$

Tehát a 66,5 mm, vagy ennél nagyobb különbség 1,5%-os valószínűséggel fordul elő spontán a természetben, így 98,5%-ban tekinthető a kísérlet eredményének.

Megfigyeléseim kiterjedtek a tengelyek nóduszsűrűségének a mérésére is. A nóduszok általában nem egyenletesen helyezkednek el a száron. A szár alsó felében több nódusz található, mint a felső felben. Ezért a nóduszsűrűség mérését külön végeztem a pontosan megfelezett szár alsó, és külön a felső felében. A nóduszok számát minden esetben 1 cm-es szárhosszúságra vonatkoztatva adom meg.

Az 1 cm-re eső nóduszsűrűség a szár felső felében nem mutat lényeges eltérést a kontrolltól. A sugárkezelt növények utódainál az átlagérték 2,57 nódusz/cm, a kontrollnál 2,51 nódusz/cm.

A szár alsó felében már jelentősebbek a különbségek. Az egyes növények nódusz/cm értékeit a 3. táblázat szemlélteti. Amint az 1. és 3. oszlop összehasonlításából kitűnik, a sugárkezelt növények utódainál a nóduszsűrűség nagyobb mint a kontrollnál. Az adatokból számított standard deviáció:

I. rendű oldaltengely hosszúsága mm-ben

Kontrollnövény		Kísérleti növény	
x	x ²	x'	x' ²
390	152 100	344	118 336
396	156 816	364	132 496
205	42 025	244	59 536
197	38 809	435	189 225
370	136 900	240	57 600
345	119 025	310	96 100
371	137 641	170	28 900
261	68 121	254	64 516
353	124 609	332	110 224
412	169 744	271	73 441
286	81 796	272	73 984
320	102 400	162	26 244
272	73 984	206	42 436
328	107 584	455	207 025
398	158 404	93	8 649
354	125 316	374	139 876
428	183 184	281	78 961
485	235 225	310	96 100
400	160 000	295	87 025
411	168 921	240	57 600
$\Sigma x = 6\,982$	$\Sigma x^2 = 2\,542\,604$	$\Sigma x' = 5\,652$	$\Sigma x'^2 = 1\,748\,274$

$$s^2 = \frac{2,9714 + 7,6474}{38} = 0,2794$$

$$t = \frac{2,8625 + 3,3310}{0,528} \cdot \sqrt{\frac{400}{40}} = 10\,0\,3,16\,0\,2,803$$

$$p = 0,9\%$$

Az átlagok a kezelt növények utódai esetében 3,331 nódusz, a kontrollnál 2,862 nódusz centiméterenként. A különbség 0,469 nódusz/cm (16,3%). Ennek a különbségnek a természetben való megjelenése 0,9%-os valószínűséggel mutatkozik. Tehát 99,1%-ban a besugárzás következményének tekinthető.

Mind a főtengeley, mind pedig az oldaltengelyek egy bizonyos magasságnál tovább ágaznak (4. ábra). Az első elágazás növényenként különböző magasságban jelenik meg. A kontroll főtengeleyén az elágazások 15 növény átlagát tekintve a 108. nódusznál jelennek meg. A sugárzással kezelt növények utódainál ezzel szemben a 80-ik nódusznál jelennek meg az elágazások. Ugyanez az érték az elsőrendű oldaltengelynél a következőképpen alakul: kontrollnál 72, a kísérleti csoportnál 67. nódusznál.



4. ábra. Kontrollnövény

Az elsőrendű elágazások száma növényenként meglehetősen nagy ingadozást mutat. A kontroll főtengegyén az elsőrendű elágazások egy növényre eső száma: 10,5, a legnagyobb oldaltengelynél: 5,8; a kísérleti csoport főtengegyén ez az érték: 8,3, a legnagyobb oldaltengelynél: 5,3. E számokból kitűnik, hogy a kontroll növényeken azok főtengegyét és oldaltengelyét tekintve dúsabb elágazás figyelhető meg, mint a sugárzással kezelt növények utódai esetében.

Az egyes elágazások hosszúságát összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy a kontrollnál nagyobb hosszúságot érnek el, mint a kísérleti csoport növényeinél. Kontroll átlag hosszúsága 74,4 mm, kísérleti csoportnál ez az érték: 64,9 mm. Tehát a kontroll növényei nemcsak nagyobb számban mutatnak elágazásokat, hanem ezek az elágazások hosszabbak is, mint a kísérleti csoport növényei.

A termések az elágazásokon végállók. Tekintve, hogy a kontroll növényeknél az elágazások száma nagyobb, így a termések száma is nagyobb kell hogy legyen. A feltételezést a vizsgálatok eredményei megerősítették, a termések egy növényre eső száma a kontroll főtengegyén 19,3; a kísérleti csoportban 16,8. A leghosszabbak oldaltengelyen a kontroll esetében 9,2, a kísérleti csoportnál 6 db termés van növényenként.

A Co-sugárzással kezelt növények utódai között vannak olyan növényegedek, amelyek nemcsak quantitativ, hanem kvalitativ bélyegekből is eltérnek egymástól, illetve a kontrolltól. A mennyiségi és minőségi szempontból

Nódusz/cm a főtengeyen

Kontrollnövény	Kísérleti növény		
x	x ²	x'	x' ²
2,64	69 696	3,18	101 124
2,85	81 225	3,71	137 641
3,35	112 225	3,98	158 404
2,62	68 644	4,46	198 916
2,68	71 824	3,96	156 816
2,85	81 225	2,37	56 169
3,01	90 601	3,94	155 236
2,84	80 656	2,72	73 984
2,15	46 225	3,68	135 424
2,88	82 944	1,97	38 809
2,60	67 600	3,13	97 969
3,05	93 025	3,45	119 025
2,77	76 729	3,01	90 601
4,07	165 649	3,62	131 044
3,03	91 809	3,73	139 129
2,63	69 169	3,31	109 561
2,42	58 564	2,30	52 900
2,99	89 401	3,08	94 864
2,60	67 600	3,79	143 641
3,22	103 684	3,23	104 329
$\Sigma x = 57,25$	$\Sigma x^2 = 1\ 668\ 495$	$\Sigma x' = 66,62$	$\Sigma x'^2 = 2\ 295\ 586$
$\bar{x} = 2,8625$ (Eltérés = 116%) $\bar{x}' = 3,331$			

megvizsgált növényegyek száma közel százra tehető. Ezeket a növényeket vizsgálataim alkalmával sorszámozással jelöltem. A következőkben néhány olyan növényt mutatok be az eredeti sorszámaival jelölve, amelyeknél feltűnőbb minőségi változásokat is észleltem.

7. sz. növény (5. ábra). Ennél az egyednél a tő nem ágazik el, tehát nincsenek oldaltengelyek, csak egy főtengey van, amely a felső harmadában oszlik szét első és másodrendű elágazásokra. Megfigyelhető azonban itt egy olyan jelenség, ami a többi példányokon nem fordul elő, nevezetesen: a gyökérgyakból a talaj felszíne alatt 12 mm hosszú oldalhajtás-kezdemény indul ki (6. ábra). Ennek szár része viszonylag vastag, végén bunkószerűen megvastagodott, s rajta levélszerű képződmények találhatók. Hogy ez valójában föld alatti oldalhajtás kezdeménynek, vagy valamilyen rendellenes képződménynek tekinthető-e, amely a sugárkárosodás révén keletkezett, csak a későbbi szövettani vizsgálatok fogják eldönteni.

A 17. sz. növényen a kontrolltól eltérően nem találunk egy erősebb fejlettségű főtengelet. A szár közvetlenül a talaj szintje felett ágazik el három egyenlő fejlettségű, azonos vastagságú és hosszúságú tengelyre. Mellettük találunk három oldaltengelyt, amelyek vékonyabbak is és rövidebbek is az előzőknél. Az I. rendű elágazásokra jellemző, hogy középtájukon II. rendű elágazások találhatók, amelyek között rendkívül hosszú és kifejezetten apró ol-

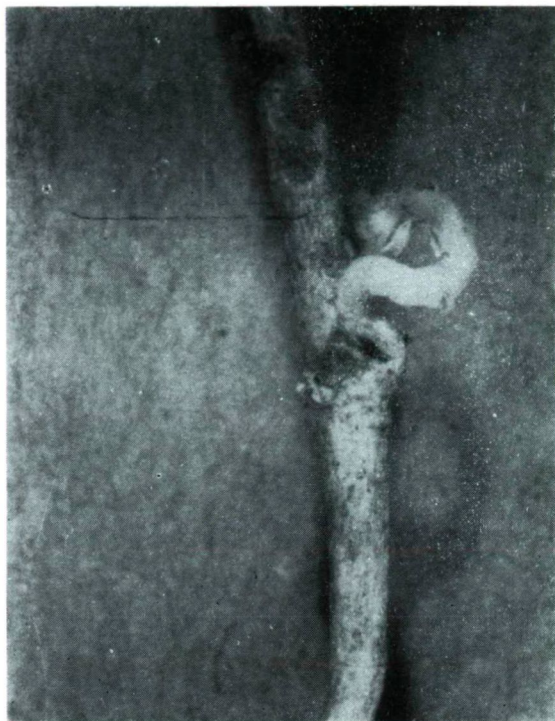


5. ábra. 7-es sz. növény

dalágak is előfordulnak. Ezek a közbülső elágazások abban is különböznek a szár felső részén található szabályos továbbágazó oldalágaktól, hogy nem egymás fölött közvetlenül következő nóduszokból erednek, hanem kisebb-nagyobb távolságra, így köztük több nódusz üresen marad. A szárak felső részén elhelyezkedő „szabályos” elágazásoknál feltűnő, hogy a másodrendű elágazások gyakran hosszabbak az elsőrendűeknél. Az egyik oldaltengelynél a kontrolltól eltérő elágazási forma figyelhető meg, amely abban áll, hogy az egyik elsőrendű elágazás rendkívüli hosszúságot ér el és így a belőle eredő másod- és harmadrendű elágazásokból adódó sátor, magasan kiemelkedik a többi elágazás közül.

81. sz. növény. Ennél a növénynél feltűnő eltérés figyelhető meg a kontrollhoz viszonyítva, amennyiben a főtengety helyzeténél és vastagságánál fogva igen jól elkülönül az oldaltengelyektől, azonban lényegesen rövidebb azoknál. A főtengety csúcsa közelében 4 db elsőrendű oldalelágazás ered, ezek rendkívül hosszúak, kb. megegyezők a főtengety hosszával. Ezek az elágazások a felső harmadban szabályos sátorozó formát mutatnak másod-, harmadrendű továbbágazásaik révén, tehát úgy tekinthetők, mint egy-egy oldaltengely, amely a szokásostól eltérően nem a szár alapi részéből, hanem a főtengety csúcsa alatti nóduszokból ered.

59. sz. növényre jellemző, hogy az egyik oldaltengely lényegesen hosszabb a főtengetyénél. A főtengety csak központi helyzeténél és vastagságánál fogva



6. ábra. Talajfelszín alatti „oldalhajítás”

tekinthető főtengetynek. Rajta az elsőrendű elágazások igen hosszúak, csak a csúcsaik közelében ágaznak tovább rövid másod- és harmadrendű elágazásokká.

82. sz. növény. Csak egyetlen főtengetyből áll, amely meglehetősen vékony, felső részén 6 db elágazás figyelhető meg, ezekből három közvetlenül a csúcsnak három részre oszlása révén jön létre. Tehát a főtengety három elsőrendű elágazásban folytatódik. Meg kell még jegyezni, hogy a másodrendű elágazásokon megjelenő harmadrendű elágazások hosszúságukat tekintve megfelelnek az elsőrendűeknek.

53. sz. növény. A főtengetyre és az oldaltengelyekre egyaránt jellemző, hogy az elágazások részben a csúcsból, részben közvetlen a csúcs alatti néhány nódusból indulnak ki. A termések nagy része nem fejlődött ki rendesen, kicsinyek és laposak.

71. sz. növény. Mind a főtengety, mind pedig az oldaltengelyek elsőrendű elágazásai igen hosszúak (átlagban 13–14 cm) és csak a felső 2–3 cm-es szakaszon ágaznak tovább másod-harmadrendű elágazásokká. Az összes tengelynél megfigyelhető jellegzetesség abban áll, hogy eltérően a kontrolltól, röviddel az elágazások eredési pontja felett megszűnik a növekedésük, s így őket saját elágazásaik nagymértékben túlnövik. Így az elágazás bizonyos mértékig bogas jellegűvé válik.

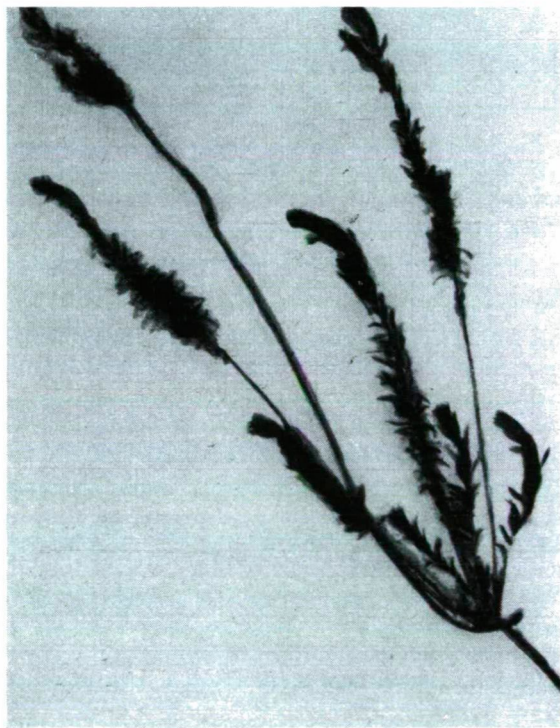
56-os sz. növény. Főtengety nem különíthető el, helyette két egyenlő vastagságú oldaltengely található, kevés számú elágazással.

62-es sz. növény. A főtenyely hosszúsága az oldaltenyely hosszúságának a felét éri csak el. Közvetlen a csúcs alatt öt elsőrendű elágazás ered, amelyek mind hosszúságukat, mind pedig a rajtuk levő további elágazásokat tekintve, oldaltenyelyekként foghatók fel.

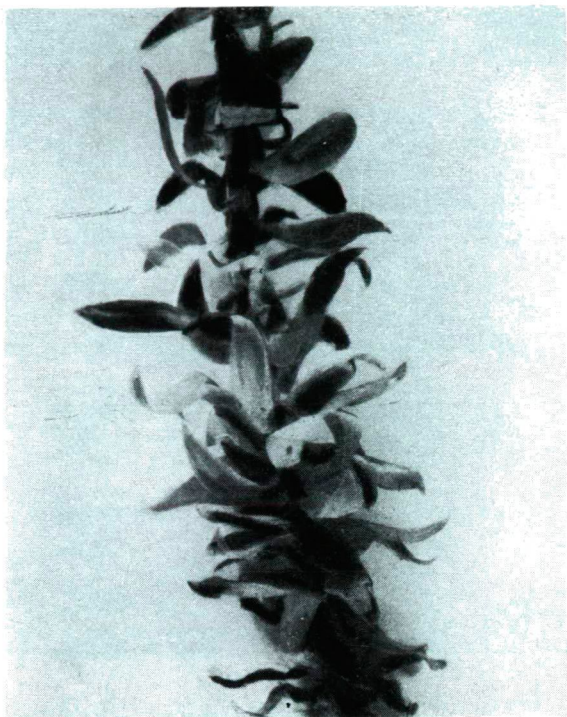
73. sz. növényre jellemző, hogy a főtenyely alacsonyabb az oldaltenyelyeknél, csak központi helyzete, és a nóduszok maximális sűrűsége alapján tekinthető főtenyelynek. Vastagságban sem tér el lényegesen az oldaltenyelyektől. A főtenyelyből közvetlenül az alsó $\frac{1}{3}$ része fölött 16 cm hosszú oldal-elágazás indul ki, amely a csúcsi rész közelében továbbágazik. Viszonylag alacsony eredését és elágazásainak alakulását tekintve oldaltenyelyként fogható fel.

A 90. sz. növénynél a főtenyely kifejezetten rövid, a csúcs közelében eredő elágazások igen hosszúak, csak a csúcsok közelében ágaznak tovább. Az egyes elágazások végén elhelyezkedő termések között igen nagy százalékban találhatók olyanok, amelyek kisebbek és laposabbak a többinél. Ezek, bár teljesen éretteknek tűnnek, fejlődésükben erősen visszamaradottak.

40. sz. növény (7. ábra). Egész alakjában, a tenyelyek elhelyezkedésében és felépítésében nagyban eltér a kontroll növényektől. Az egyes tenyelyek száma 11. Ezek hosszúságukat tekintve sorozatba állíthatók. A leghosszabb,



7. ábra. 40-es sz. növény



8. ábra. Levélállás a 40-es sz. növényen

amely egyben főtenhelynek tekinthető, 28 cm, a legrövidebb 0,8 cm. Csak a két leghosszabb tengelyen figyelhetünk meg négy, illetőleg egy elsőrendű elágazást, a többi tengelyek egyáltalán nem ágaznak el. Valamennyi tengelyre, ill. elágazásra jellemző, hogy rajtuk a nóduszok rendkívül sűrűn helyezkednek el, ez a sűrűség még emelkedik a szárok csúcsai felé haladva (8. ábra).

A nóduszok sűrűsége a levelek sűrű elhelyezkedését jelenti. Ez a sűrűség az egyes szárok csúcsain olyan méreteket ölt, hogy a levelek itt teljesen egy pontból látszanak kiindulni. Ebből következően a szárok csúcsain különleges képződmények alakulnak ki. Számos levél áll látszólag örvösen, illetve közvetlenül egymást érintő koncentrikus körökben. A külső körön elhelyezkedő levelek hosszabbak, sötétzöld színűek, a belsőbb körökön állók kisebbek, halványabb zöld színűek. Ez a levélcsoportosulás, vagy talán nevezhető „levélcsokornak” is, minden szár végén megtalálható, beleértve a legkisebb, 0,8 cm hosszúságú oldaltengelyt is. Jellemző még erre a növény-egyedre, hogy egyetlen kicsiny fejletlen terméskezdeménytől eltekintve *termés nem található rajta*.

Ilyen „levélcsokor”-ban végződő szárat több kísérleti növénynél találtam, kontroll növénynél azonban még kivételesen sem. Voltak olyan növények, amelyeknél a „levélcsokor” megjelenése mellett szabályos, érett termések is fejlődtek, így lehetőség nyílik ennek a sugárhatásra megjelent morfológiai elváltozásnak a további nemzedékekben történő vizsgálatára (9. ábra).



9. ábra. „Levélcsozor”

III. Összefoglalás

A kísérleti növények közül csak egynéhányat ragadtam ki közelebbi bemutatás céljából. Ezeket a növényeket úgy válogattam össze, hogy minden itt fellépő új tulajdonság csoportjának legalább egy képviselője legyen.

A vizsgálatokból kitűnik, hogy a *Co* sugárzással kezelt növények utódainál sok esetben a főtenyely és az oldaltenyelyek viszonyában változás áll be. Néha egyáltalán nem jelenik meg főtenyely, csak egyenlő fejlettségű oldaltenyelyek találhatók, amelyek a szár alapi részén, közvetlenül a talaj szintje felett ágaznak el. Vannak olyan egyedek, melyeknél a főtenyely nem az alapon ágazik el, hanem a csúcs közelében, s ezek az oldalelágazások méret, helyzet és további elágazási képesség szempontjából a kontroll-növény oldaltengelyeinek felelnek meg.

A kísérletek során általában megállapítható volt, hogy a besugárzott növények utódainál az elágazódás egyszerűsödött, mert az oldaltenyelyek száma jelentősen csökkent. Az is megállapítható volt, hogy a kontroll-növényeknél az elágazások nemcsak nagyobb számban jelennek meg, hanem hosszabbak is mint a kísérleti csoport növényeinél. Vagyis: a sugárhatás a szártagok viszonylagos megrövidülését eredményezi. Ennek szélsőséges formájaként tekinthető a néhány példánynál fellépő csokrosodás, azaz az a jelenség, hogy a levelek a szár végén sűrűn állva „levélcsozor” alkotnak.

Ugyancsak a sugárhatás következményének tekinthető az a jelenség is, hogy az elágazás néhány példánynál szinte bogas jellegűvé válik, azaz valamely

rendű tengely hamar beszünteti növekedését, viszont őt a saját oldalképletei nagymértékben túlnövik. Ez a jelenség is alighanem kapcsolatban áll az előbbi jelenségcsoporttal.

IRODALOM

- [1] HETÉNYI, G.: Kísérleti eredmények statisztikai értékelése. A kísérleti orvostudomány vizsgáló módszerei. Akadémiai Kiadó, Budapest, II., 1954.
- [2] SEIN, OTTÓ L. and STEFENSEN DALE M.: The activity of x-rayed apical meristems a genetic and morphogenic analysis of *Zea mays*. Zeitschrift für Vererbungslehre, 90, 1959.
- [3] VÁRTERÉSZ, V.: Sugárbiológia. Budapest, 1963.
- [4] WEBER, E.: Grundriss der Biologischen Statistik. Jena, 1956.
- [5] WELLESZ, T.: Előzetes közlemény a Szegedi Alfa olajlen szövettani vizsgálatához. Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve, 1962.
- [6] WELLESZ, T.: Szövettani vizsgálatok ionizáló sugárzással kezelt len első származékán. Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve, 1963.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТРЕТЬЕМ ГОДОВОМ ПРОИЗВОДНОМ ЛЬНА, ОБРАБОТАННОГО С РАДИАЦИЕЙ ИОНИЗАЦИИ

T. Welles

Автор в данной статье делает внешние морфологические исследования на третьем годовом производном льна, обработанного с Co^{60} радиацией. Исследования автора распространяются на появление стеблей, на их длительные отношения, на формы ответвления, на распыленность плодов, на густоту узла. Результаты полученных данных на основе исчисления статистических вероятностей автор оценивает имея виду и стандарт отклонения, варьирующий коэффициент и различия сигнификанта. Отклонения имеют количественный и качественный характер.

a) Общая длина главной и боковой осей имеет меньшее значение у исследованной группы, чем у контрольной.

b) Густота узла при 1 см, у исследованной группы высшая,

в) среди исследованных растений есть и такие, у которых главная ось теряет свой характер главной оси.

г) В отдельных случаях главная ось совсем не появляется, только равноценные боковые оси.

д) У некоторых особей появляется качественно новое образование — „букет листьев“.

MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEN DRITTHÄHRIGEN ABKOMMLINGEN VON MIT IONISIERENDEN STRAHLEN BEHANDELTEN LEINPFLANZEN

Von

T. WELLESZ

Verfasserin hat in der vorliegenden Arbeit äussere morphologische Beobachtungen an den dritthährigen Abkömmlingen von Co^{60} -bestrahlten Leinpflanzen durchgeführt. Dabei werden das Erscheinen der Stengel, ihre Längenverhältnisse und Verzweigungsformen, die Verteilung der Fruchtknollen und die Dichte der Knoten berücksichtigt. Die Ergebnisse werden auf Grund statistischer Wahrscheinlichkeitsrechnungen aus den erhaltenen Daten unter Berücksichtigung der Standarddeviation, des Variationskoeffizienten und der Signifikanz der Unterschiede bewertet. Die Abweichungen sind quantitativen und qualitativen Charakters.

- a) Die Durchschnittlänge der Haupt- und Seitenachsen bleibt in der Versuchsgruppe hinter den Werten der Kontrollen zurück.
- b) Die auf 1 cm bezogene Nodusdichte ist in der Versuchsgruppe höher.
- c) Unter den Versuchspflanzen gibt es solche, deren Hauptachse ihren Hauptachsencharakter verliert.
- d) In gewissen Fällen erscheint eine Hauptachse überhaupt nicht, es liegen nur gleichwertige Seitenachsen vor.
- e) Bei manchen Individuen erscheint ein qualitativ neues Gebilde, der „Blattstrauss“.